

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

Volker Thole

Confirmation No. 5178

Serial No. 10/526,541

Group Art Unit 1791

Filed March 3, 2005

Examiner Theodore, Magali

For METHOD FOR PRODUCTION OF FIRE-RESISTANT WOOD FIBER  
MOLDINGS

Commissioner for Patents

PO Box 1450

Alexandria, Virginia 22313-1450

DECLARATION OF VOLKER THOLE

Sir:

1. I am the inventor of the claimed invention in USSN 10/526,541. I have reviewed the application. I am also familiar with the commentary provided in the concurrently filed amendment.
2. I am an expert in the field of wood fiber processing. To establish my expertise, I have attached a copy of my *Curriculum vitae* to this declaration which provides description of my work experience, and have included lectures and scientific publications I have presented.
3. In my expert opinion, the terms "wet process", "dry process" and "water glass" are well recognized in the field, and the results presented in and claimed in USSN 10/526,541 represent a significant advance in the field which was previously unrecognized by others of ordinary skill in the art (e.g., those with an advanced degree and 5-10 years experience in wood processing).

**Method for Manufacturing Sparingly Flammable Dense Fiberboards using  
Inorganic Binders**

**Statement**

**Water glass as an adhesive for processing in the blow line**

Water glass [sodium or potassium silicate] is fundamentally suitable as an

adhesive for joining fiberboard, wood-based materials, cork, cardboard, paper, plastics and metals. According to Zeppenfeld and Grunwald (2005), the adhesive joint strength on porous materials (wood is a porous capillary material) depends to a great extent on the quantity of adhesive on the surface of the parts being joined (quantity of adhesive adsorbed). If the quantities of adhesive in the parts being joined are too great (absorbed quantity of adhesive) and thus if there is no more adhesive on the surface of the part being joined, then a sufficiently strong adhesive bond cannot be achieved. Zeppenfeld and Grunwald therefore point out that porous materials can be bonded using water glass only if a sufficiently high viscosity is ensured.

The viscosity of water glass depends on the solids content, which is definitive for the alkalinity of the water glass. Alkali-rich water glass penetrates rapidly into the parts of wood (wood fiber) being joined and is absorbed by them. Water glass with a low alkali content is absorbed by the surfaces of the parts being joined. However, it yields a higher adhesive joint strength only when spontaneous precuring due to the acidic components of wood can be prevented. Acid precuring can result in inadequate wetting of surfaces because the silicic acid rapidly precipitates due to the low pH. According to Engler (1974), adhesive joints in which water glass forms precipitates are weaker than adhesive joints formed by drying.

**Conclusion 1: An adhesive joint is especially strong if it succeeds in preventing absorption of low-viscosity (alkali-rich) water glass adhesive into the parts to be joined.**

A reduction in the pH of the water glass adhesives results in rapid curing. For example, CO<sub>2</sub>, zinc oxide, magnesium hydroxide and calcium carbonate (Scheiding 1998) are especially suitable for accelerating curing (Scheiding 1998). Therefore, Zeppenfeld and Grundwald (2005) also point out explicitly that the water glass is to be protected from the effects of CO<sub>2</sub>.

**Conclusion 2: When processing water glass, the pH must not be allowed to drop too low.**

On the basis of conclusion 2, Scheiding (1998) comes to the following conclusion in his discussion on page 103:

"It is impossible to add binder in the blow line, as done in MDF production, because water glass must not come in contact with air before the nonwoven is formed, because this causes the onset of drying and precipitation of silicic acid (atmospheric CO<sub>2</sub>) and bonding power is lost."

**In my expert opinion, despite this stringent statement by Schieding, the blow line method is nevertheless suitable according to the present invention.**

**Reasons:**

In the blow line, fibers have a moisture content of more than 100%. Even if a high-viscosity water glass solution is sprayed into the blow line, there would be a diluting effect due to the high moisture content of the fiber and the drippable water that is present, and therefore the low-viscosity water glass would provide good wetting of the surfaces of the parts being joined (fibers). Absorption in accordance with conclusion I cannot occur because the parts being joined (fibers) are saturated at this moisture level.

Schieding's statement that water glass must not come in contact with atmospheric CO<sub>2</sub> is correct, but he failed to recognize that a multiphase atmosphere prevails in the tube of the blow line, where the air content is very low. In addition, drippable water, water vapor, fibers and water glass also appear in the blow line. Precuring due to atmospheric CO<sub>2</sub> occurs only to a very slight extent, if at all. Immediately downstream from the blow line, fiber drying takes place by means of a tubular dryer. The air content in the dryer is much higher, so the CO<sub>2</sub> content also rises. Furthermore, the water present in and on the fibers has a low pH due to the acidic components of wood. Precuring of the water glass would thus be unavoidable if the fibers and the water glass were to remain in the moist state for a longer period of time. Since the fibers are dried within 3 to 5 seconds (this is the special property of the entire process), no precuring can occur. Conclusion 2 thus applies to this process because the existence of a low or high pH is connected to the existence of an aqueous solution. **Contrary to conventional opinion, the fiber material is still loaded with water glass after drying, and the reactivity of the water glass is preserved. Consequently, the water glass may be activated as a binding component in hot pressing.**

References

Zeppenfeld, G.; Grunwald, D.: Adhesives in the wood and furniture industry, 2nd revised and enlarged edition, DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co. KG, Leinfelden-Echterdingen 2005, ISBN 3-87181-359-1

Engler, R.: Soluble silicates, Seifen-Öle-Fette-Wachse, No. 7 page 165, No. 8 page 2007, No. 11 page 269, No. 12 page 298 (1974)

Scholding, W.: Development, Production and Testing of Essential Properties of Water Glass-Bonded Wood Fiber Insulation Boards of Spruce Wood, Dissertation at the Technical University of Dresden, 1998

4. I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the above-referenced application and any patent issuing thereon.

Date 8.2.09

Signed V. Thole

Volker Thole

## Curriculum vitae

**Volker Thole**

Prof. Dr. Eng.

\* 27 March 1957 in Osnabrück

Fasanenstraße 22  
38102 Braunschweig



### Occupational Training

04/1972 - 09/1975

Training as a machinist,

*kabelmetal* Osnabrück

09/1975

Certified craftsman test

### Secondary School Completion and University Qualification

02/1976 - 01/1977

Vocational school in preparation for technical college

01/1977

Secondary school certificate

08/1977 - 05/1980

Technical academic high school

05/1980

Secondary school graduation examination

### Study

10/1980 - 10/1987

Study of mechanical engineering at the

Technical University of Braunschweig

Diploma thesis:

Project Planning of a Production Plant for Continuous

Production of Gypsum-Bonded Particleboard by a Method

Developed at the Fraunhofer Institute for Wood Research

### Doctorate

May 2001

Mechanical Properties of Polymer-Modified

Gypsum-Bonded Particleboards

### Occupational experience

09/1975 - 01/1976

*kabelmetal* Osnabrück

Machinist, plant engineering

02/1977 - 08/1977

**Rhineland-Westphalian Electric Power Plant**

	Work in an engineering office, planning of power supply facilities
05/1980 - 10/1980	<b>Rhineland-Westphalian Electric Power Plant</b> Work in an engineering office, planning of power supply facilities
1982 - 1987	<b>Occupational activities during semester breaks</b> <i>kabelmetal</i> Osnabrück, Rhineland-Westphalian Electric Power Plant, Schlak GmbH, plant engineer, machinist
1984 - 1987	<b>Student worker</b> Institute for Machine Tools and Manufacturing Technology of the Technical University of Braunschweig.  Fraunhofer Institute for Wood Research (WKL). Pilot Plant, Laboratory, Materials Testing
since 10/1987	<b>Fraunhofer Institute for Wood Research (WKL)</b>  Scientific colleague (project director, group leader, head of department) in the departments: Inorganically Bonded Wood-Based Materials, Production Technology and Development of Materials, Process Engineering in Wood-Based Materials
since 09/2003	<b>FH-Eberswalde</b>  Teaching Chair for Production and Utilization of Wood-Based Materials

Braunschweig, 05 April 2009

## Lectures (selection)

The Importance of Particle Orientation in Inorganically Bonded Composite Materials. General Assembly "Association For Technical Wood Issues"

Construction Materials from Plant-Based Residues and Waste Materials as well as Inorganic Binders by Means of Small-Scale Industrial Equipment. 22nd Witzenhäuser Institute Week 1995

New Composite Materials from Renewable Raw Materials. German Convention on Renewable Energy 1995

Technical Calculatory Considerations on Processing of Renewable Raw Materials in the Region of Southeast Lower Saxony.

Symposium of the City of Wolfsburg 1995 "Processing of Renewable Raw Materials as a Diversification Strategy for Employment Security in the Region of Southeast Lower Saxony"

Composite Materials from Renewable Raw Materials. Mobil Symposium on Wood-Based Materials 1994

New Press Technology for Particleboard and Fiberboard  
General Assembly 1997 "Association for Technical Wood Issues"

Development of Novel Press and Curing Technologies for Adhesive Systems Containing or Requiring Water  
WKI Workshop 1997 "Adhesives for Wood-Based Materials and Molded Pulp Parts"

New Wood-Based Materials. State Construction Technology Conference; Technical Institute of Neubrandenburg 1998

Naturally Synthesized Binders for Composite Materials with a High Fiber Content. Forum on Materials "Engineering Materials" Hanover Fair 1998

MDF for Furniture from Palm Oil By-Products. International Oil Palm Conference 1998, Balikpapan, Indonesia

Thermal Processing of Annual Plants to Fiber Materials. Forum on Materials "Engineering Materials" Hanover Fair 1999

Thermomechanical Digestion of Hemp to Fiber Materials. Wolfsburg Symposium, Value Creation Chains for Industrial Utilization of the Hemp Plant as a Raw Material in Lower Saxony 1999

Quality Specifications for Wood as a Raw Material for Various Kinds of Wood-Based Materials. Professional Forum on the Forest as a Source of Raw Materials 1999, Sölltau

Reinforcing Materials for Gypsum-Bonded Particleboard. Strategy Group, National Council on Science and Technology Peru 1999

Engineered Wood Products. Strategy Group, National Council of Science and Technology  
Peru 1999

Application Potentials and Perspectives for Wood-Based Materials.  
Tristate Wood Convention HOLZ ART 2000, Lucerne 2000

MDF From Palm Oil By-Products.  
5<sup>th</sup> Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium,  
Canberra Australia 2000

Particleboard – A History of Success from Braunschweig  
Lecture series as part of the *Future* exhibition in the Braunschweig State Museum  
Braunschweig 2000

New Findings in Hot Pressing of Wood-Based Materials  
Seminar of the University of Hamburg,  
Hamburg 2000

New Technical Developments in the Field of Wood-Based Materials  
Technical Convention on Work and Life  
Baunatal 2000

Application Potentials and Perspectives of Wood-Based Materials  
17<sup>th</sup> Tristate Convention on Wood HOLZ ART 2000  
Lucerne 2000

The Plasticity of the Fiber Nonwoven as a Criterion for the Bulk Density Profile of  
MDF  
Symposium on Wood-Based Materials  
Hanover 2001

Uniform Strands for a New Generation of Structural Panels; 2004 OSB World Symposium and Exhibition II; Niagara Falls 17-19 May 2004, Ontario, Canada; Canberra, Australia

New Disintegration Method of Wood-Based Structure Materials; 4th National Seminar on Wood-Based Panel Products. Kuala Lumpur 28-30 September 2004, Malaysia

Wood-Polymer Composite Materials; 4th European Symposium on Wood-Based Materials 2, Hanover 15-17 September 2004



Potential of Refined Hemp in Injection Moulded Polypropylene Composites; 5th Global Wood and Natural Fiber Composites Symposium, Kassel 27-28 April 2004 (co-author)

Innovations in the Wood-Based Materials Industry. Technical Convention: Physical and Structural Utilization of Wood. Technical Agency on Renewable Raw Materials Inc., Berlin 23 June 2005

Development of Particleboard Inconceivable Without Wilhelm Klauditz. Lecture for the gala event: 175 Years of Teaching and Research in Eberswald, 16 June 2005

Innovations in the Wood-Based Materials Industry. Work and Life: Professional Convention for the Wood-Based Materials Industry, Kassel 2005

Fiber Materials – Starting Material for High-Tech Products. 10th Eberswald Wood Conference, Eberswalde 17 November 2005

Lightweight Particleboard through Film Bonding. 10th Wood-Based Materials Colloquium 06 December 2005, Dresden

Natural Materials for Interior Door Panels, 5th International CTI Conference, Hamburg 02 June 2006

Wood-Based Materials and Adhesives – An Introduction to the Topic. Vhl Leimbörse [Glue Market], Kassel January 2006

Mechanical and Thermomechanical Processes for the Production of Wood Particles for WPC. 6th Global Wood and Natural Fiber Composite Symposium, Kassel April 2006

Production and Geometry of Wood Particles as Influencing Factors for the Product Model of Wood-Based Materials. Forestry Science Convention, Tharandt, September 2006

Innovations in the Wood-Based Materials Industry. Ligna Seminar Work and Life, 15 May 2007, Hustedt

Does the Furniture Industry Have to Catch Up? Potentials in Materials and Products. ZIMT Convention "Perspectives in the Furniture Industry of NRW," 21 March 2007, Bochum

OSB with Closed Surfaces and Edges for Furniture Making. Interzum: "Innovation Workshop on Wood-Based Materials" 08 May 2007, Cologne

Position of the German and European Wood-Based Materials Industry. 13th Quedlinburger Wood Convention 30 March 2007, Quedlinburg

Wood-Plastic Composites – An Alternative Utilization for Mixed Plastics. 11th International Recycled Plastics Convention, Bad Neuenahr, May 2008

Structure-Oriented Wood-Based Materials from Beech. Forestry Science Convention Freiburg, 2008

Stability of Wood and Wood-Based Materials in Exterior Use Under High Moisture Stress. Convention WFG Science Promotion, Wilhelmshaven August 2008

Agriculture Residuals for Particle- and Fiber boards Production: Potential and Properties. 6th European Wood-Based Materials Symposium, Hanover October 2008

Components Based on Natural Fibers for Aestival Heat Insulation – Process, Application, Climate Protection. National Conference on Forest Products, Kuala Lumpur, Malaysia, October 2008

# **Scientific Publications (selection)**

Suitability of annual plants as aggregates for gypsum-bonded particleboard.  
Holz als Roh- und Werkstoff [Wood as a Raw Material and as a Workable Material]  
1992; 50: 241-252

Fibre mortar for refurbishing buildings – Production and properties of mortar with  
cellulose fibers (part 1).  
In: Witmann, F., H. Material sciences and construction site refurbishing, part 2; pages  
1226-1248,  
Böblingen: Expert Verlag 1993, ISBN 3-8169-0953-1

Investigations in targeted variation of the properties of gypsum-bonded particleboard by  
synthetic resin modification.  
internet Home-Page WKI (1997)

Suitability of annual plants for gypsum-bonded particleboards. Wood Industry 1993  
(China); 1: 15-24

A process design of gypsum particleboard. Wood Industry 1990 (China); 2: 13-19

Quality surveillance of particleboard production-data collection and processing. Wood  
Industry 1994 (China); 1: 17 -22

Optimization of quality target in particleboard manufacture. Wood Industry 1994  
(China); 4: 1-5

New composite materials from renewable raw materials – Properties and application.  
In: Convention volume, German convention "Renewable energy," Hanover: Winkra-  
Recom; 1995: 377-388  
ISBN 3-9804393-1-3

Transfer study "Renewable raw materials," Reson Report Volume 2 (1996), Chapter 3  
Process Engineering

Employment security through regional refurbishing projects. Gray Series - Hans-  
Böckler Foundation, Düsseldorf 1996; author of the chapter on "Economic and technical  
feasibility"  
ISBN 3-928204-37-8

Strength and adhesion properties of polymer-modified gypsum. Zement Kalk Gips  
[Cement Lime Gypsum] 1998

New principles for production of particle board. Wood and Plastic Processing, 1995,  
Part 1: Natural binders - A review and future significance, 4: 374-376,  
Part 2: What does starch bonding accomplish today? Preliminary results, discussion  
and prospects 5: 615-617

Wood-based materials: Ecological aspects. dds - das magazin für möbel und ausbau  
[dds - the magazine for furniture and upgrading] 1996; 11: 68-72

Determining the end of hydration of gypsum binders by means of temperature-time  
curves at room temperature. Zement-Kalk-Gips 1994;  
2: 70-74

Development of novel press and curing technologies for adhesive systems containing  
or requiring water. WKI Report no. 32, Convention volume for the WKI workshop  
"Adhesives for Wood-Based Materials and Molded Pulp Parts,"  
Braunschweig June 1997

New Wood-Based Materials. WKI Report No. 33, "Construction with wood and wood-  
based materials," Braunschweig February 1998

MDF - A furniture material of the next generation. Woodworking Technology for China  
1998, pages 32-36

Comprehensive Utilization of Oil Palm. MDF Magazine 1998, pages 77-79 (co-author)

Another Field - Unique Classification of Wood-Based Materials According to Type of  
Structure and Type of Composite. Holz- und Kunststoffverarbeitung [Wood and Plastics  
Processing] 1998, pages 58-60

New Materials in Construction. Deutsches Architektenblatt, July 1999

G. Hora, V. Thole. MDF Production from Oil Palm Biomass  
MGCC Quarterly Business Magazine of the Malaysian-German Chamber of Commerce  
and Industry, 1999, Volume 5, No. 5

Wood - A Renewable Raw Material for Engineering Materials. Contribution in "New  
Materials for Innovative Products," H. Harig; C. J. Langenbach (eds), Springer 1999.  
ISBN 3-540-66063-1

The Pressing Program Is Critical. MDF Magazine 2000, pages 80-85

Fiberboard from palm residues. Holz- und Kunststoffverarbeitung 2001, pages 90-92

---

Chipping culture. Holz- und Kunststoffverarbeitung 2001, pages 46-52

New methods of fiber bonding. Holz-Zentralblatt 2001, No. 81, pages 1082-1083

Characteristics and processing of mass-coloured MDF In: Panels & Furniture Asia, pages 30-33, 11/12 2004

Stroh & Co. MDF Magazine 2005, Supplement: Holz-Zentralblatt und Holz- und Kunststoffverarbeitung, pages 38 – 43

Characteristics and processing of mass-coloured MDF In: Panels & Furniture Asia, pages 30-33, 11/12 2004

New chipping techniques for production of strands for structure-oriented wood-based materials. In: New Methods – Old Site. 175-Year Celebration of Teaching and Research in Eberswalde, 2005, pages 310-318

Innovations in the wood-based materials industry. Technical convention: Substantial and structural utilization of wood, Specialty Agency for Renewable Raw Materials Inc., Berlin 23 June 2005

Innovations in the wood-based materials industry. Work and Life: Professional convention for the wood-based materials industry, Kassel 2005

OSB with closed surfaces and edges for furniture making. Interzum: "Innovation workshop for wood-based materials" 08 May 2007, Cologne

Importance of the chipping method for the wood-based materials industry. Part 1: Introduction to chipping methods. Holztechnologie 49, 2008, pages 5 to 8

Importance of the chipping method for the wood-based materials industry. Part 2: High-strength wood-based materials from uniform wood parts. Holztechnologie 49, 2008, pages 10 to 13

Oriented Strand Boards (OSB) from Beschwood. Holztechnologie [Wood technology] (at press)

Lightweight particleboard for furniture making from agricultural residues (co-author) Holztechnologie (at press)

# Klebstoffe in der Holz- und Möbelindustrie

Günter Zeppenfeld  
Dirk Grunwald

2. überarbeitete und erweiterte Auflage

93105

Fraunhofer  
Wilhelm-Klauditz-Institut  
für Holzforschung (WKI)  
-Bibliothek-

DRW-Verlag

### 9.1.2 Verarbeitung

Stückklebstoffe sind geeignet zum Kleben von Glas, Keramik, Steingut, Metallen untereinander und mit PMMA, PVC, PS, PE-Kunststoffen. Am häufigsten werden die Klebstoffe zur Herstellung von Glas-Glas-Klebeverbindungen (Aquarien), zum Abdichten poröser Glas-Gummi-Verbindungen, zum Kleben poröser Werkstoffe und Verbindungen verwendet, bei denen die Feuchtigkeit allseitig an die Klebfuge heranreichen kann.

Die Klebstoffe können bis zu mehreren Millimetern dicke Klebfugen ausbilden. Die Klebfuge ist zäh und dauerelastisch und je nach Type gegen Temperatureinwirkungen zwischen  $-35$  bis  $+250$  °C stabil. Die Klebstoffe haften auf Polyethylen, PTFE und Polypropylen nicht. Die Klebfugen sind bei spezieller Ausrichtung schmelzbeständig. Bei Anwendung größerer Klebmassenungen ist unbedingt eine Zwingabstützung der Arbeitsarme zu gewährleisten (Einsaugerdampf). Hauptnachteil ist zu vermeiden. Die ausgehärtete Silikonfuge ist physikalisch unbedeutend.

### 9.2 Wasserglaslebstoffe

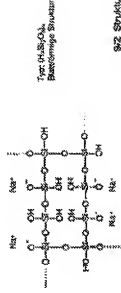
Die typischen Vertreter dieser Gruppe sind die *Alkalis-Wassergläser* (Natrium- bzw. Kalium-Wasserglaslebstoffe). Sie zeichnen sich durch eine sehr gute Benetzung fast aller Oberflächen einschließlich der hochglatten Kunststoffoberflächen aus sowie durch ihre hohe Festigkeit, Hitzebeständigkeit und ihre schnelle Härtung. Problematisch ist ihre schnelle Viskositätszunahme nach dem Auftrieb und der Schwinden infolge des hohen Wassergehaltes der Klebstoffe sowie ihr hoher Alkaligehalt.

#### 9.2.1 Herstellung

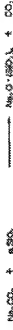
Die Wasserglaslebstoffe sind wässrige, kolloidale Lösungen von Natrium- oder Kalium-Salzen polymerer Kieselsäuren. Sie bilden lineare und netzartige Strukturen (Formel 9/2). Die linearen Strukturen überwiegen bei alkalischen Wassergläsern. Alkalischere Wassergläser besitzen ringförmige bzw. netzartige Strukturen, weil sich die freien OH-Gruppen der Polykieselsäuren unter Kondensation miteinander vernetzen.

Zur Herstellung des Wasserglaslebstoffes wird Quarzsand mit Natriumcarbonat (Soda) oder mit Natriumarsenat und Kohlenstoff (Kohle) geschmolzen (Formel 9/2). Dabei bilden sich feste Silikate, die längere Zeit gelagert und unkompliziert transportiert werden können. Zur Herstellung von Wasserglaslebstoffen müssen ein molares Verhältnis von 1 Mol  $\text{Na}_2\text{O}$  (bzw.  $\text{K}_2\text{O}$ ) zu 2 bis 4 Mol  $\text{SiO}_2$  eingehalten werden. Zur Herstellung der Klebstoffe wird das reaktivierte Silicat in warmem Wasser gelöst. Die Klebstoffe sind opaleszierende Flüssigkeiten, die gut wasserverdünbar sind. Sie müssen vor  $\text{CO}_2$ -Einwirkung geschützt aufbewahrt werden.

Aufbreitende Trübungen und die Bildung von Häuten auf dem Klebstoff sind zurückzuführen auf die Entzuchtung (oft weniger Prozente) hoch hydratisierter Kieselsäuren. Diese können mit Hilfe von alkalibeständigen Filmen abgetrennt werden.



9/2 Struktur von Wasserglaslebstoffen.



oder



9/3 Herstellung von Wasserglaslebstoffen.

#### 9.2.2 Verarbeitung

Wasserglaslebstoffe mit einem Alkaligehalt größer 1 Mol  $\text{Na}_2\text{O}$  zu 2,9 Mol  $\text{SiO}_2$  sind niedrig viskos. Sie dringen stark in poröse und saugfähige Oberflächen ein. Im Allgemeinen werden deshalb Wasserglaslebstoffe mit einem Molverhältnis  $\text{Na}_2\text{O}$  zu  $\text{SiO}_2$  von 1 zu 2,9 bis 3,2 bereitgestellt. Ihre Viskosität steigt mit fallendem Alkaligehalt, da zunehmend vernetzte Polykieselsäuren mit Molemassen über 10 000 g/mol gebildet werden. Ihr Anteil verringert das Eindringen der Klebstoffe in die Deformierbarkeit. Wasserglaslebstoffe härten durch die Umsetzung der Alkalisilicate mit dem Kohlendioxid aus der Luft. Es entstehen dabei dreidimensionale vernetzte Polykieselsäuren mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Formel 9/2).

Wasserglaslebstoffe können nur den bekannten Auftragsverfahren aufgetragen werden. Es ist dabei zu beachten, dass nicht alle Werkstoffe gegenüber dem trocknen

Allgemeinheit der Klebstoffe beständig sind. Beim Phasentransport dürfen deshalb keine Flüssigkeiten durchdringen oder pflanzenähnlich, sondern nur solche mit synthetischen Bausteinen verwendet werden. Nach dem Anfang stehen die Klebstoffe sehr schnell an. Ein Wassergehalt von nur 10 % bewirkt einen Verdichtungsprozess auf das Zweifache, so dass nur eine sehr kurze offene Zeit zur Verfügung steht. Die Klebstoffe entweichen bis zu 70 % Wasser. Das beim Härten auftretende Schwinden lässt sich durch Zusetzen von Füllstoffen teilweise verringern. Als Füllstoffe eignen sich Quarzsand, Kiesel, Kreide, Schwefel, Eisenoxide oder Braunerstein (Kapitel 4.2.1). Die Klebstoffe haften gut auf Holz, Pappe, Papier, Porzellan, Glas, Beton, Metallen und Kunststoffen. Die Bindfestigkeit auf Holz ist stark davon abhängig, dass der Klebstoff nicht ins Holz wegsaugt und die Klebfläche verschmutzt. Das Einleiten einer ausreichenden Viskosität der Klebstoffe ist daher von besonderer Bedeutung. Die Bindfestigkeit auf Holz erhöht sich je nach chemischer Zusammensetzung der Klebstoffe im Maximum. Während alkalischer Silicate schnell im Holz emulgiert, ergeben alkalische Silicate geringere Klebfestigkeit mit Holz, weil die sauren Holzbestandteile auf das Härten schlagartig bewirken und eine intensive Benetzung der Oberflächen dadurch verhindern.

Wasserglas-Klebstoffe werden hauptsächlich verwendet als schnellhärtende und preiswerte Systeme für das Kleben von Papier, Pappe und Gewebestoffen (an Auf- und

Tabelle 9.2 Wasserglas-Klebstoffe

Folde		Natronwasserglas-Klebstoff
Dichte in g/cm <sup>3</sup>		Klebstoffe mit mäßig röhrl. Lösungen
Gehalt an NaOH in %		1,35 – 1,38
Gehalt an SiO <sub>2</sub> in %		mindestens 8
Klebstoffgehalt in g/m <sup>2</sup>		mindestens 25
Offene Zeit (gerade Füllstoffverhältnisse) in s		50 – 300
Haltbarkeit in Monaten		festflüssig und vor Luftzutritt geschützt best. unbegrenzt
Klebstoffe:		
Sicherheitsgehalt in N/mm <sup>2</sup>		3 – 10
Temperaturbeständigkeit in °C		größer 140
Elastizität		spröde, hart
Einsatzgebiete		Kleben von Papier, Pappe, Karton, Kunststoffen, Metallen, Keramik, Holz mit- und untereinander, Kleben von Schleifmitteln
Verwendung		Holz- und Schleifmittelindustrie, verarbeitende Industrie, Ausgussmaterialien, Lagerung geschützt gegen Frost und Luftzutritt

Abfallstoffen) sowie als Papier- und Verpackungsmittel-Klebstoffe. Sie eignen sich auch für das wärme- oder PVC-Folien mit Papier- oder Gewebestoffen. Die schnelle Abbindezeit bzw. Härtung der Klebstoffe erfordert dabei eine Abbindegeschwindigkeit von 50 bis 60 min.

Außerdem haben Alkalifüllstoffe eignen sich die Wasserglas-Klebstoffe auch für das Kleben von Alkalifüllstoffen. Ungenügend sind die Klebstoffe aber in Kombination mit Glasfasern, da erwartet werden muss, dass das Alkali bei Anwesenheit von Feuchte und Wärme die Fasern und damit den Glasfaserverbund zerstört.

Wasserglas-Klebstoffe sind aufgrund ihres hohen Alkaligehaltes nicht mit Haut und Leder in Kontakt zu bringen. Das Tragen von Schutzhandschuhen, Schutzbrillen und die Anwendung von Hautschutzsalben wird empfohlen. Bei Kontakt mit der Haut ist sorgfältig mit viel Wasser zu waschen, bei Schleimhaut- und Augenverletzungen ist unbedingt der Arzt zu konsultieren.

### 9.3 Gips

Gips wird als Binder zur Herstellung von Span- und Faserplatten sowie von Verbundwerkstoffen, wie Gipsbetonplatten, als Dämmmasse, als Estrich, für Formteil- und für die Herstellung von Stuck eingesetzt. Entsprechend seinem chemischen Aufbau und seiner Herstellung kann Gips unterschiedlich fest werden. Die Festigkeit von ausgehärtetem Gips ist im Wesentlichen vom Anwesenheit und damit von den bei der Verarbeitung eingesetzten Wasser-Bindemittel-Verhältnissen abhängig (siehe unten). Gipsstein ist hygroscopisch. Die mechanischen Eigenschaften von Gipsstein sind gut bei trockenem Klima, bei hohen Luftfeuchten nimmt die Festigkeit beträchtlich ab. Die hygroscopischen Volumänderungen des Gipssteins sind sehr gering, in flüssigem Wasser ist Gipsstein allerdings festlich (bei 20 °C Wassertemperatur ca. 2 %), eine Anbauanwendung ungeschützter Bauteile ist daher nicht möglich.

#### 9.3.1 Herstellung

Bergmännisch gewonnenes Calciumsulfat ist aus überschüssigem Meerwasser sedimentiert. Die sedimentierten Calciumsulfatlagern kommen im Wesentlichen als Dihydrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) und als Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ) vor. Neben den natürlichen Gipssteinen haben auch Calciumsulfate aus der chemischen Industrie und insbesondere die bei der Kalksteinreinigung entstehenden REA-Gruppe eine wirtschaftliche Bedeutung.

Die Bindeseigenschaften des Calciumsulfats beruhen auf der Reversibilität der verschiedenen Phasen des Systems  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Von den fünf Phasen haben die



Entwicklung, Herstellung und  
Untersuchung wesentlicher Eigenschaften  
wasserglasgebundener Holzfaserdämmplatten  
aus Fichtenholz

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades  
*doctor rerum silvaticarum (Dr. rer. silv.)*  
vorgelegt der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften  
der Technischen Universität Dresden

von Dipl.-Ing. für Forstwirtschaft Wolfram Scheiding  
geb. am 27.07.1965 in Saalfeld/Thale

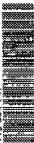
Gutachter:

Prof. Dr. Dr. habil. Claus-Thomas Bues, TU Dresden

Prof. Dr.-Ing. Peer Haller, TU Dresden

Dr. rer. nat. Margot Scheithauer, Inst. f.

Forstwissenschaften Dresden  
UB/TIB Hannover  
119 554 747



Dresden, den 10. September 1998

Promotionslog

P 3, H 2, S 5

## 1.2.4 Verdünnung

Die innere Effizienz des im Handel angebotenen Wasserglases ist verfahrenspezifisch. Zur Erhöhung der Topfzeit oder zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit kann es notwendig sein, Wasserglaslösungen zusätzlich zu verdünnen. Dabei wird jedoch in Abhängigkeit vom Verdünnungsverhältnis und der Zeit des Stillstandes Überschichten in der Wasserglaslösung verschoben. Um den Einfluß der Lagerungsdauer von verdünntem Wasserglas auf die Festigkeit der Klebverbindungen feststellen zu können, wurde in einem orientierenden Versuch ebenfalls die Klebfestigkeit nach DIN 53 234 (einfach übertragene Zugversuche) von ungedünntem verdünntem Wasserglaslösung bestimmt. Das Verhältnis Wasserglas zu destilliertem Wasser betrug 4:1. Von dem angestrichenen Zeugen (3 Wiederholungen) wurden über 156 Tage im Abstand von etwa 5 Tagen Proben entnommen, Klebfestigkeiten festgestellt und diese auf Sicherheitseffizienz gemäß (ungestrichen) 19-3 = 72 Prozent).

## Eigenschaften

Die mittlere Klebfestigkeit wurde mit  $3,6 \pm 0,3 \text{ N/mm}^2$  ermittelt. Die Werte schwanken zwischen 4,0 und 2,2 N/mm<sup>2</sup>, der Variationskoeffizient betrug 13,3 %. Es konnte mit einer geringen Abhängigkeit der Klebfestigkeit von der Lagerungsdauer festgestellt werden. Legt man einen festen Anschlag (empirischer Bestimmungswert  $R_F = 0,034$ ) zugrunde, so wurde, wenn die Klebfestigkeit über den Prüfzeitraum von 3,7 auf 5,8 N/mm<sup>2</sup> bzw. um 6 % ab, im Mittel bei einer Abnahme um 0,0025 N/mm<sup>2</sup> bzw. 0,034 % je Tag. Das glimmgänge empirische Bestimmungswert ergibt eine polynomische Regression 2. Ordnung mit  $R^2 = 0,16$ .

Der Klebfestigkeit ist vor allem auf die geringe Reinheit der Präzisionslösung zu entnehmen. Bei der zumeist, zumeist, die Ergebnisse zeigen vor der Schwächung, daß die Lagerungsphase der verdünnten Wasserglaslösung nur einem geringen Einfluß auf die Klebfestigkeit hat. Es ist allerdings zu beachten, daß mit zunehmendem Verdünnungsgrad die Festigkeit im Durchschnitt abnimmt, da der relative Festigkeitsverlust und somit die Schichtdicke der Festigkeit auf den benetzten Partikel abnimmt und stärker verdünntes Wasserglas durch die geringere Viskosität stärker zum Wegdrängen neigt.

## 6 Herstellung der Holzfaserdämmplatten

### 6.1 Verfahrensprinzip

Die Herstellung der wasserzugewandenen Dämmstoffe erfolgte nach dem von B. C. S. und Böcking (1993) beschriebenen Verfahren und gliedert sich in die folgenden Schritte: Hauptschritte: Bläsemaschinelle, Streichung und Verfestigung sowie Härten und Trocknung. Es erfordert einen bestimmten Zeitabstand (ca. 1 Jahr), um die Befestigung der labormäßig hergestellten wasserzugewandenen Dämmplatten zu schaffen. Dazu führen die Einwirkung der hohen Temperatur sowie der Feuchtigkeitsbelastung, die Einwirkung eines Labors zur Dämmstoffherstellung sowie die Festigung und die Außen der Laminierung. Zudem wurde die in Abschnitt 6.2.1 beschriebene Klebung wesentlich verbessert durch einen. Durch die speziellen technologiellen Bedingungen, insbesondere durch das Bläsemaschinelle Wasserglas, konnte kann auf herkömmliche Erfahrungen oder Lösungen zurückgegriffen werden.

### 6.1.1 Bläsemaschinelle Zugabe

Bei der Herstellung wasserzugewandener Werkstoffe handelt es sich um ein Trockenverfahren, da die Zugabe von Wasserglas Feuchtigkeitsgehalt des Trägersubstrats unter 20 % erfordert (s.a. KOLB 1986; SCHMIDT, BÖCKING 1993), so daß das Trägersubstrat nach der Mischung getrocknet werden muß. Die Bläsemaschinelle in der Bläsemaschine wird mit H<sub>2</sub>O-Herstellung beladung aus, in das Wasserglas vor der Verfestigung ungelöst nicht mit Luft in Kontakt setzen darf, da dadurch schon die Trocknung und Klebfestigkeit (Luft-CO<sub>2</sub>)-element und Bläsemaschinelle verfahren.

Wie Untersuchungen an Spänen zeigen (KESSE, MACHT, RIEHL 1994; s.a. KOLMANN 1995), kann eine hohe Verfestigungsleistung nur erreicht werden, wenn die Leimverbindung zwischen den Spänen als zusammenhängender Film ausgebildet wird. Die Zerklebung wird durch die erhebliche Oberflächenvergrößerung charakterisiert (s.a. KESSE, RIEHL, MACHT 1997). Bei Verwendung von Holzwerkstoff werden aufgrund der großen Partikeloberfläche besondere Anforderungen an die Zerklebung gestellt. Um das Wasserglas festzustellen und den verfestigten Anforderungen an die Zerklebung zu können, war der Einsatz von Spänen erforderlich. Grundsätzlich wurden Ein- und Zweifachspäne zur Auswahl. Zweifachspäne arbeiten mit zusätzlicher Späne, die unter Druck in den Faserdämmstoff eingelegt wird und diese zu kleinen Tropfen bzw. zu einem feinen Sprühnebel zerlegt. Die bei der Zerklebung in